

CFB 锅炉输渣系统选型研究

卫荣章, 白涛

(中煤平朔集团有限公司 电力管理部, 山西 朔州 036000)

摘要:为了提高循环流化床(CFB)锅炉底渣输送系统运行的经济性和安全性,从技术分析以及实际运行情况上,对大型 CFB 锅炉底渣运输方式进行比选。通过分析 CFB 锅炉输渣系统的工作原理,对埋刮板机输渣系统和大倾角带式输送机输渣系统的技术运行特点进行了比较。结果表明,埋刮板输渣系统的结构较为复杂且运行维护工作量大,系统运行风险也较大;带式输送机输渣系统的结构相对简单且运行维护工作量小。对于新建 CFB 锅炉机组,建议采用带式输送机输渣系统。

关键词:循环流化床;锅炉;底渣;输渣系统

中图分类号:TK229.5 文献标志码:A 文章编号:1006-6772(2015)05-0103-04

Selection of slag conveying system of CFB boiler

WEI Rongzhang, BAI Tao

(China Coal Pingshuo Group Co., Ltd., Power Management Department, Shuozhou 036000, China)

Abstract: In order to improve economic benefits and safety of slag conveying system of CFB boiler, the slag conveying methods were analyzed from the aspects of technology and practical operation. By analyzing the design mechanism of slag conveying system, the system of burying scraper and belt were compared from the aspects of the characteristics of technology and operation. The results showed that the structure of burying scraper was more complex. The workload of operation and maintenance of burying scraper was heavier. For the newly constructed units, the system of belt was the better choice.

Key words: CFB; boiler; slag; slag conveying system

0 引言

循环流化床(CFB)锅炉具有污染物排放量低、燃料适应范围广、燃烧效率高、调峰能力强、灰渣综合利用率高等优点,受到世界各国的重视。近年来,由于我国开始执行更为严格的环保排放标准以及大力推广低热值煤的综合利用,CFB 锅炉机组相对于常规煤粉锅炉的技术优势也越来越明显,CFB 锅炉机组数量逐年增加,机组容量越来越大^[1-2]。进入 CFB 锅炉的燃料和石灰石,经过燃烧和脱硫后,粒径较小的经旋风分离器,随烟气由尾部烟道的除尘装置收集;另一部分粒径较大的颗粒由炉膛底部的排渣口排出,形成底渣。由于 CFB 锅炉底渣量较大,占总灰渣量的 40%~60%,当 CFB 锅炉燃用高灰分

低热值燃料时,产生的底渣量更大^[3]。此外,CFB 锅炉排放的底渣为宽筛分的高温颗粒^[4]。为了保持一定的料层高度,维持炉内良好的流态化特性,防止大颗粒物料的沉积,CFB 锅炉需适时地放渣,大型 CFB 锅炉一般采用连续排渣^[5]。由于 CFB 锅炉在燃烧过程中,掺烧部分石灰石以提高炉内脱硫效果,灰渣量要大于同容量的常规燃煤锅炉,且底渣中含有大量 CaO 和 CaSO₄^[6]。如采用水力除渣方式,底渣中的含 Ca 物质将与水发生水合反应,由于反应放热,会引起底渣本身的膨胀,并且底渣遇水后会发热、膨胀、变硬,失去活性,为了不影响底渣的综合利用,不宜采取水力除渣方式^[7-8]。对于 CFB 锅炉,我国主要采用机械除渣系统,另外还可采用气力除渣系统,但气力除渣系统不仅较为复杂,而且磨损严

收稿日期:2015-03-06;责任编辑:孙淑君 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.2015.05.024

作者简介:卫荣章(1968—),男,重庆人,高级工程师,硕士,从事大型循环流化床锅炉机组运行与技术改造方面的科研工作。E-mail:wei_rz@163.com。通讯作者:白涛,E-mail:hdbaito@126.com

引用格式:卫荣章,白涛.CFB 锅炉输渣系统选型研究[J].洁净煤技术,2015,21(5):103-106.

WEI Rongzhang, BAI Tao. Selection of slag conveying system of CFB boiler[J]. Clean Coal Technology, 2015, 21(5): 103-106.

重,能耗高,还需配置空气压缩机站,使用较少。因此,设置合理的输渣系统,对 CFB 锅炉的安全运行具有重要意义^[9]。由于 CFB 锅炉机组主要采用机械除渣方式,但国内相关技术人员并没有对这种方式在实际运行中所出现的问题以及存在的缺陷进行较为全面地分析,也没有对目前正在发展的高参数、大容量 CFB 锅炉机组除渣系统的选型提出合理化建议。

笔者在阐述传统机械式除渣系统的工作原理的基础上对 CFB 锅炉机组常用的 2 种除渣系统实际运行中所存在的问题进行分析,同时提出解决方案。通过对比 2 种常规输渣系统,提出新建大型 CFB 锅炉机组适用的较为经济和合理的输渣系统。

1 常用输渣系统工作原理

国内 CFB 锅炉底渣输送系统主要有 3 种:①埋刮板输送机加斗式提升机;②带式输送机;③链斗式输送机。

在 3 种底渣输送系统中,系统 1 和系统 2 都是在全封闭的结构中输送底渣,而系统 3 是将冷却后的渣直接掉落在链斗式输送机上,底渣中的细灰在掉落过程中会产生飞扬,造成环境污染^[10]。此外,为了减轻设备磨损,链式输送机输送速度很低,由于 CFB 锅炉底渣排放经常处于非常量的排渣状态,很容易造成部分链斗超量装渣,造成部分底渣掉落。若将系统 3 改为全封闭结构,则底渣对链条和链轮有严重磨损,而且发生故障时不易发现,造成事故扩大^[10]。

为了保证输渣系统的安全稳定运行,避免在底渣输送至渣仓的过程中对周围环境产生污染,设计时应采用埋刮板输送机或带式输送机输渣系统。

1.1 埋刮板输送机输渣系统

图 1 为埋刮板输送机输渣系统流程。在埋刮板输送机中,物料在全封闭的矩形断面壳体内,受到刮板链条在运动方向上的压力及物料在自身重力所产生的内摩擦力,克服物料在机槽内受到的外摩擦力,从而产生稳定的物料流动状态。为了提高运行可靠性,埋刮板输送机应避免采用倾斜上升尤其是大倾角布置方式。因此,要设置斗式提升机,将底渣经埋刮板输送机输送至斗提机底部后,由斗提机将底渣提升到一定高度,再进入渣仓。斗提机也可采用倾斜式,但牵引构件在垂度过大时需增设支撑牵引构件装置,使结

构变得复杂,因此,一般情况下多采用垂直斗式提升机。埋刮板输送机输渣系统运行流程如图 2 所示。

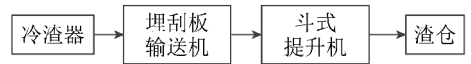


图 1 埋刮板输送机输渣系统

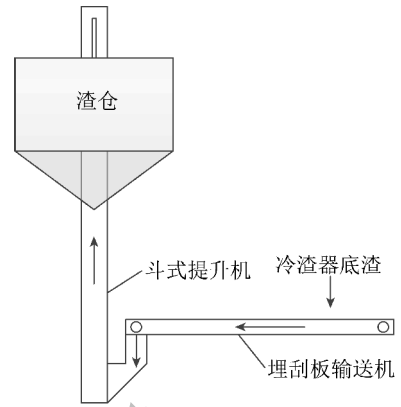


图 2 埋刮板输送机输渣系统运行流程

CFB 锅炉主要采用 TB 式斗链提升机,主要采用重力式卸载方式,适用于输送松、散大粒径、温度 $\leq 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的物料。斗提机截面尺寸较小、占地少,物料在封闭的机壳内输送,物料不扬尘,也不污染环境^[11-12]。

1.2 带式输送机

图 3 为带式输送机输渣系统流程。此系统主要将输送带绕过滚筒或链轮首尾相连,形成运送物料的闭合环路,利用牵引件的连续运动输送物料。带式输送机在大型化过程中,主要发展高输送能力、大倾角以及长运距,适应输送物料温度较高的输送机。具有较高输送能力的大倾角带式输送机,其结构是在平形橡胶运输带两侧粘上可自由伸缩的橡胶波形立式“裙边”,裙边之间与横隔板组成闸形斗,使物料在斗中能够连续输送(图 4)。对于运送高温物料时,可采用耐高温的输送带,目前耐高温输送带可以在 $\leq 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下安全稳定运行^[13-14]。

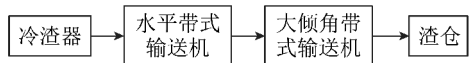


图 3 带式输送机输渣系统

2 存在问题及解决方案

2.1 埋刮板输渣系统

2.1.1 存在的问题

1) 埋刮板输送机由于物料是在全封闭的矩形断面壳体内运动,链条埋在高温的物料内,物料和链

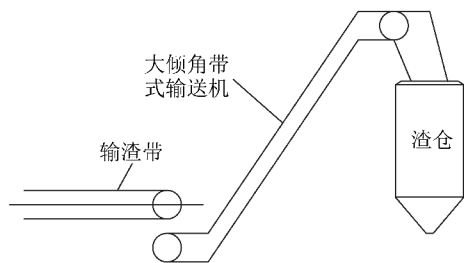


图 4 带式输送机输渣系统运行流程

条直接接触,物料温度对链条的影响较大。特别是在冷渣器冷却效果差,渣温超过 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,高温物料将影响整机的传动。

2) 埋刮板输送机由于运行速度较高,且链条和导轨之间、物料与底板之间都是滑动摩擦,所以埋刮板输送机易损件的寿命较短,整机磨损程度较严重。整机又是全封闭结构,发生故障不易发现,往往造成事故扩大,特别是 Z 型埋刮板输送机,故障不易排除。检修维护工作量较大,维修成本高。

3) 斗提机的主要问题是过载的敏感性较大,且料斗和牵引构件易损坏。此外,埋刮板输送机需与斗提机配合运行,才能稳定输渣。如进料过多,易造成物料在斗提机底部的堆积,使料斗上升阻力增加,运行不畅,造成料斗脱落和变形。整机是全封闭结构,发生故障不易发现,往往造成事故扩大,检修维护工作量增多,维修成本提高。

2.1.2 解决方案

1) 由于底渣温度过高不利于输渣设备长距离运输以及储渣设备的的储存,如埋刮板机可承受的温度上限在 $150\sim 300\text{ }^{\circ}\text{C}$,因此,冷渣系统必须具有足够大的冷却底渣能力。受布置空间以及场地限制,冷渣设备应具有较大的传热系数以及较为紧凑的结构布置。由于我国循环流化床主要燃用低热值煤,入炉煤量较大且灰分较高。因此,要求冷渣设备和输渣设备也应在设计时留有较大的裕量,以提高对底渣的处理能力。

2) 为了降低埋刮板输送机在输送底渣过程中,因整机磨损严重,而造成输渣中断或输渣不畅,影响 CFB 锅炉的正常运行,在提高埋刮板输送机易损件材质前提下,提高单机的输送能力,降低运行速度,可减少磨损。

3) 对于斗提机,首先应防止斗提机过载,适当放大提升能力,提高易损件材质,避免料斗和牵引构件损坏。其次,应使斗提机底部物料保持适当高度,使料斗可以均匀取料。

对于大型 CFB 锅炉刮板加斗提机输渣系统,应考虑一用一备。

2.2 带式输送机输渣系统

2.2.1 存在的问题

1) 由于带式输送机输渣系统的牵引件为橡胶带,对于输送炽热的底渣(一般情况下,底渣经冷渣器后,渣温 $\leq 150\text{ }^{\circ}\text{C}$),如果输送带耐高温性能较差时,将影响输送带的使用寿命,并且可能造成输送带烧毁,影响输渣系统的稳定运行。

2) 输送带是带式输送机输渣系统的主要部件,输送带在运行中,可能出现整体向一侧偏移的现象,影响输渣系统的稳定运行。

3) 如果带式输送机输渣系统采用大倾角输送带(一般用于系统改造场合),对安装和运行维护要求较高,且输送带的使用寿命相对较短。

2.2.2 解决方案

1) 对于输送炽热底渣的橡胶带,提高其运行寿命及稳定性的主要措施,首先是保证冷渣器的冷却性能,使排出的底渣温度稳定在 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,并且设置超温报警和停止运行的措施,防止由于底渣超温加速输送带的老化和烧毁输送带;此外应选取耐高温的输送带,保证输送带在 $\leq 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下长期安全稳定运行,以提高输送带使用寿命。

2) 为了防止输送带跑偏,可采用调整承载托辊组的方法予以解决。根据输送带偏向,托辊组的一侧朝输送带偏移方向移动,或另一侧向反方向移动。此外,还可采取安装调心托辊组等方法。

3) 为了保证锅炉主机设备的安全稳定运行,对于大型 CFB 机组,宜双套带式输送机输渣系统,实现一用一备^[15]。

3 输渣系统的技术性分析

输渣系统对比见表 1。

由表 1 可见,带式输送机系统较为简单,运行维护量也较小,所需布置空间较小,能耗低,输送底渣的经济性较好,但需选用承受高温的输送带,此外也需考虑底渣堆积密度是否可以满足带式输送机的输送条件,适当放大带式输送机输渣系统的输送能力,并防止输送带出现跑偏的问题。对于埋刮板输送机加斗提机的底渣输送系统,系统较为复杂,输渣能力却较为稳定且不受底渣堆积密度的影响,但部分构件易被磨损,且故障不易发现并容易扩大,宜设置双套系统。

表1 输渣系统对比

项目	埋刮板输送机加斗提机	带式输送机
系统复杂程度	较复杂,由埋刮板输送机 and 斗式提升机组成	较简单,由输送带和滚筒或链轮组成
运行维护工作量	埋刮板机和斗提机需经常维护易损件	仅需对输送带进行维护,但需防止输送带发生跑偏
输渣温度/℃	150~250	40~250
设备布置情况	布置所需空间较大	常规输送带布置空间较大,大倾角输送带布置空间小
渣量适应性	可承受较大渣量变化	可承受大范围渣量变化
系统能耗	能耗高	能耗低
系统风险	故障不易发现且容易扩大	注意渣温过高易引起输送带烧损

在传统的 CFB 锅炉输渣系统的设计中,为了防止输送带烧损,往往选择埋刮板机加斗提机输渣系统。随着滚筒冷渣器技术提高,锅炉底渣温度控制在 150℃ 以下是完全可靠的,因此对于大型 CFB 机组,选择埋刮板输送机加斗提机输渣系统和带式输送机输渣系统都可行。

对于新建电厂,建议选择带式输送机输渣系统,以提高输送系统的经济性,同时在设计过程中应保证此系统在输送过程中的安全性和可靠性。如果系统设计之初选择了埋刮板机加斗提机的输渣系统,由于系统布置方式以及布置空间的问题,很难实现带式输送机输渣系统的改造。

4 结 语

为了保证 CFB 锅炉机组输渣系统具有稳定以及连续可控的输渣能力,对我国常用的 3 种底渣输送方式进行比较,结果表明采用埋刮板机加斗式提升机和大倾角带式输送机 2 种输渣系统较为合理。通过分析这 2 种输渣系统的工作原理、存在的问题以及适用条件,表明埋刮板输送机加斗提机的输渣系统和带式输送机输渣系统均适用于 CFB 锅炉机组,但带式输送机输渣系统简单、维护量小、能耗低,更适用于新建大型 CFB 锅炉机组。高效的输渣系统不仅可以提高 CFB 锅炉运行的稳定性,以及 CFB 锅炉内的物料平衡,而且可以稳定炉内燃烧,提高燃烧效率,保证 CFB 锅炉机组的安全稳定运行具有重

要的意义。

参考文献:

- [1] 徐志. 超临界循环流化床锅炉数学模拟与设计优化 [D]. 杭州:浙江大学,2013.
- [2] 曾兵. 循环流化床锅炉选择性排渣冷却系统研究 [D]. 重庆:重庆大学,2012.
- [3] 蒋敏华. 大型循环流化床锅炉技术 [M]. 北京:中国电力出版社,2009.
- [4] 刘平,周涛. 循环流化床锅炉冷渣器灰渣传热过程研究 [J]. 热力发电,2011,40(10):13-16.
- [5] 舒陈. 循环流化床锅炉选择性排渣装置的冷模试验研究 [D]. 重庆:重庆大学,2010.
- [6] 王超,程乐鸣,邱坤赞,等. 循环流化床锅炉添加脱硫剂对热平衡的影响 [J]. 热力发电,2011,40(3):72-77.
- [7] 罗必雄. 大型循环流化床锅炉机组工艺设计 [M]. 北京:中国电力出版社,2010.
- [8] 丁岩峰,张春霞,孙奉昌. 对大型循环流化床锅炉机组底渣输送方式的探讨 [J]. 电站辅机,2011,32(2):36-38.
- [9] 胡明华. 火电厂灰渣输送技术经济适用性优化研究 [D]. 保定:华北电力大学,2012.
- [10] 卢来印,倪泰山. 浅谈链斗式输送机和埋刮板输送机在输送锅炉底渣上的优缺点 [J]. 煤炭工程,2007,39(6):65-66.
- [11] 崔凯. 刮板输送机可靠性工程方法研究 [D]. 太原:太原理工大学,2012.
- [12] 秦午鹏. 刮板输送机的发展现状与趋势 [J]. 黑龙江纺织,2012(4):30-32.
- [13] 刘艳妮. 大倾角带式输送机的动态分析 [D]. 济南:山东科技大学,2011.
- [14] 蔡丽蓉. 大倾角皮带输送机在锅炉输渣系统中的应用 [J]. 福建轻纺,2009(9):46-47.
- [15] 吾斯曼·托乎提,季书文. 浅谈大倾角皮带输送机在煤炭行业的应用:基于常见故障分析及处理方法 [J]. 企业导报,2012(2):276-278.

(上接第 102 页)

- [2] 孟建强. 准东煤燃烧及结渣特性研究 [D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2013.
- [3] DL/T 831—2002,大容量煤粉燃烧锅炉炉膛选型导则 [S].
- [4] 李平,梁钦锋,刘霞,等. 酸碱比值与助熔剂对煤灰熔融流动温度影响的研究 [J]. 大氮肥,2010(33):107-110.
- [5] 相大光,姚伟. 电厂用煤煤质评价指标相关性研究及测试评价方法 [R]. 西安:西安热工研究院有限公司,1996:11.
- [6] 杨忠灿,刘家利,姚伟,等. 准东煤灰沾污指标研究 [J]. 洁净煤技术,2013,19(2):82-84.
- [7] 樊泉桂,潘攀. 化学组分及单组分熔融温度与煤灰熔融温度的相关性分析 [J]. 锅炉技术,2007,38(6):10-12.
- [8] 刘筱华,李晋文. 浅谈利用灰成分计算灰熔融性 [J]. 中国高新技术企业,2009(12):51.
- [9] GB 219—2008,煤灰熔融性的测定方法 [S].